



# CONSORZIO DI BONIFICA VENETO ORIENTALE

Portogruaro - San Donà di Piave

**PAR FSC 2007/2013 – ASSE PRIORITARIO 2 – DIFESA DEL SUOLO - LINEA DI INTERVENTO 2.1 –  
INTERVENTI DI DIFESA DEL SUOLO - POTENZIAMENTO DELL'IMPIANTO VALLE TAGLI PER ADEGUARE  
LA CAPACITÀ DI SOLLEVAMENTO IDROVORO AL DI FUORI DEL SISTEMA BRIAN - CODICE  
INTERVENTO VE2AP087**

Progetto Esecutivo 18.09.2015 - D.G.R. N.172 del 31.05.2016

C.U.P. C51E14000230006 - Codice Master: 1057

**VALUTAZIONE COMPLESSIVA A SEGUITO DELLE MISURE RILEVATE DURANTE LE  
PROVE DI FUNZIONAMENTO DEI GIORNI 11.05.2018 e 08.06.2018**

- Le portate sono state rilevate con misuratore ad ultrasuoni Trsd "Parametrics" PT868 n. 4132/E applicato ai tratti orizzontali delle tubazioni di mandata.
- La pressione di mandata è stata misurata in m H<sub>2</sub>O sulla presa di pressione predisposta a metà altezza curva sul lato destro idrografico delle pompe in adiacenza alla flangia finale della pompa, con strumento Trsd Endress-Hauser CERABAR MJ9000E01128 posato sulla soletta griglie (quota 7,97) con altezza strumentale 0,25 (= z<sub>2</sub>)
- La distanza z<sub>1</sub> in metri è stata misurata dalla soletta griglie al livello acqua in vasca.
- I livelli all'aspirazione e alla mandata sono stati rilevati da sonde di quadro
- Le grandezze elettriche sono state misurate con analizzatore ELCONTROL VIPSYSTEM3 n.°16436 con pinze amperometriche applicate ai cavi a valle interruttore di quadro.

I risultati sono sintetizzati nei successivi quadri: è da tenere presente che alla simmetria della posizione delle pompe e delle tubazioni di mandata rispetto all'asse monte-valle dell'impianto, richiesta dal consorzio per motivi di miglior adeguamento all'esistente, corrisponde, dato il verso di rotazione orario di entrambe le pompe, una situazione sfavorevole per i flussi della P4 che trovano la curva in partenza della tubazione di mandata invertita.

Le misure di pressione sono influenzate dalla posizione delle due prese di pressione: in ingresso alla curva orizzontale sul lato convesso per P5 e sul lato concavo per P4; in generale le pressioni sono



risultate stabili e sempre maggiori per la P4 rispetto alla P5 con differenze maggiori il giorno 11.05.2018 rispetto all'08.06.2018.

Per calcolare i conseguenti termini cinetici ( $v^2/2g$ ) si sono applicati i principi del moto irrotazionale ( $v_1 R_1 = v_2 R_2$ ), considerando peraltro la velocità all'ingresso della curva orizzontale pari alla media tra la velocità media ( $Q/A$ ) e le velocità sulla bisettrice interna ed esterna della curva a loro volta corrette con opportuni coefficienti, ricavando in tal modo valori congruenti con le misure di pressione effettuate e con le differenze tra le prevalenze geodetiche e manometriche.

Per le valutazioni successive si sono inoltre assunti fissi e pari a 0,96 e 0,98 rispettivamente i rendimenti del motore e del riduttore di giri come risulta dalle caratteristiche degli stessi e dal verbale di collaudo in officina per il motore.

Gli assorbimenti dei gruppi misurati con strumento ELCONTROL VIPSYSTEM3 sono stati raffrontati con quelli misurati dagli strumenti di quadro: amperometro con display digitale sulle tre fasi riscontrandone la corrispondenza puntuale e voltmetro a lancetta con valutazione corretta,  $\cos\phi$  corrispondente invece a quello del motore come risulta dal collaudo in officina. Di conseguenza sono risultate corrispondenti quelle misurate e le potenze calcolate con strumenti di quadro  $\sqrt{3}VI \cos\phi$ .

Tali corrispondenze consente di validare le grandezze elettriche registrate dal sottoscritto nelle numerose osservazioni effettuate nel periodo 5 marzo – 7 aprile riportate nella tabella allegata e utilizzata per conferma e valutazioni sul diagramma delle prestazioni.

Da dette osservazioni è risultato sempre un maggior assorbimento per P4 rispetto a P5 di circa il 3-4%. Parimenti la misura delle portate ha evidenziato a parità di prevalenza sempre valori leggermente superiori per P5 rispetto a P4 (di circa l'1,5%).

È da osservare a tale proposito che P4, per la disposizione d'impianto richiesta dal Consorzio, risulta penalizzata rispetto a P5 con partenza della tubazione di mandata con curva orizzontale con angolazione invertita rispetto al verso di rotazione (orario) della pompa.

Ulteriore e maggiore penalizzazione (vedasi relazione relativa ai flussi idrodinamici) è conseguente al maggior imbonimento del canale ed ingresso vasca sul lato destro (P4) rispetto al lato sinistro (P5) che per P4 può comportare anche un disequilibrio di alimentazione (trattasi di differenza destinata a ridursi nel tempo: per la nuova sequenza di funzionamento previsto).

L'effetto dell'imbonimento si riduce per livelli idrici superiori ed infatti ciò è evidenziato dalle prove dell'11.05 (livello di aspirazione 7,15) rispetto a quelle dell'08.06 (livelli idrici 6,70 – 6,60 – 6,55) con differenza di rendimento di 2 punti percentuali anziché 3 punti tra P4 e P5.

Le valutazioni seguenti fanno riferimento al raffronto tra P5 e i punti caratteristici di offerta alle vicine prevalenze.

Dal raffronto ha portata effettiva risulta maggiore del 5% circa, i rendimenti geodetici e manometrici della pompa corrispondenti (0,60 e 0,82) nella prova dell'11.05 ed inferiori di soli 1-2 punti percentuali



l'08.06.2018 riduzioni che crescono con la riduzione della sommergenza e il conseguente aumentare dell'effetto dell'imbonimento che coinvolge comunque anche la P5.

È da osservare comunque al riguardo che le condizioni di funzionamento per la P4 e P5 previste in progetto e in offerta erano a livelli di attacco (7,20) corrispondenti a quelli delle prove dell'11.05.

Con le prevalenze e gli assorbimenti misurati a quadro entrando nello stesso diagramma si sono estrapolate le curve di cui al diagramma allegato.

Il raffronto con le curve caratteristiche di offerta (quest'ultima riferite alle consuete installazioni) evidenziano l'ottimo comportamento delle pompe anche nell'installazione del tutto singolare propria dell'impianto Valle Tagli.

Vista la larghezza di dimensionamento dei motori e il comunque buon rendimento anche nell'installazione particolare, la maggior portata delle pompe è da considerarsi caratteristica positiva per il maggior potenziamento conseguito.

Dall'elaborazione delle curve caratteristiche (vedasi allegato) la potenza del motore è comunque idonea per le prevalenze, anche future, che si potranno verificare nell'impianto.

San Donà di Piave, li 15.06.2018

Il Direttore dei Lavori

( Ing. Giulio Pianon )

Allegato:

*Tabella "Prove funzionali eseguite in data 11/05/2018 e 08.06.2018"*

*Tabella "Riassuntiva e di raffronto"*

*Tabella "Assorbimenti da strumenti di quadro nel periodo 05.03.2018 – 07.04.2018"*

*"Raffronto con curve caratteristiche di offerta"*

PROVE FUNZIONALI ESEGUITE IN DATA 11/05/2018 AL POMERIGGIO (15:30 - 17:30)					
d = diametro tubazione mandata	1,60	m	A = sezione tubazione mandata	2,00	m <sup>2</sup>
Presenza di pressione in adiacenza alla flangia finale sul lato destro pompe			(inizio curva orizzontale lato convesso per P5, inizio curva orizzontale lato concavo per P4)		
			<b>Prova pompa P5</b>	<b>Prova pompa P4</b>	
ore 15:30			ore 17:00		
Q <sub>mis</sub> = portata misurata	Q <sub>mis</sub> =	6930 l/s	Q <sub>mis</sub> =	6810 l/s	
v <sub>media</sub> = velocità media misurata=	v <sub>media</sub> =	6,930 / 2 = 3,47 m/s	v <sub>media</sub> =	6,810 / 2 = 3,40 m/s	
H <sub>geod</sub> = prevalenza geodetica =	H <sub>geod</sub> =	10,27-7,18 = 3,09 m	H <sub>geod</sub> =	10,27-7,13 = 3,14 m	
Applicando i principi del moto irrotazionale (v <sub>1</sub> R <sub>1</sub> = v <sub>2</sub> R <sub>2</sub> = v <sub>m</sub> R <sub>m</sub> ) per curve con R <sub>m</sub> = 2,50 m si ha, a metà della curva:					
			(R <sub>int,curva</sub> = 2,50 - $\frac{1,6}{2}$ = 1,70 m ; R <sub>est,curva</sub> = 2,50 + $\frac{1,6}{2}$ = 3,30 m)		
$v_{int,curva} = \frac{v_m R_m}{R_{int,curva}} = \frac{3,47 \text{ m/s} * 2,50 \text{ m}}{1,70 \text{ m}} = 5,10 \text{ m/s}$			$v_{est,curva} = \frac{v_m R_m}{R_{est,curva}} = \frac{3,40 \text{ m/s} * 2,50 \text{ m}}{3,30 \text{ m}} = 2,58 \text{ m/s}$		
poiché la presa di pressione è all'origine della curva si valuta la velocità pari alla media tra la velocità media e la velocità a metà curva.					
$v_{interna} = \frac{v_m + v_{int,curva}}{2} = \frac{3,47 \text{ m/s} + 5,10 \text{ m/s}}{2} = 4,28 \text{ m/s}$			$v_{esterna} = \frac{v_m + v_{est,curva}}{2} = \frac{3,40 + 2,58}{2} = 2,99 \text{ m/s}$		
q <sub>s</sub> = quota soletta (piano di riferimento)		7,97 m			
h <sub>1</sub> = livello idrico vasca di aspirazione		7,18 m	h <sub>1</sub> =	7,13 m	
p <sub>m</sub> /γ = misura pressione manometrica		2,00 m	p <sub>m</sub> /γ =	2,50 m	
z <sub>2</sub> = altezza strumentale rispetto al piano soletta		0,25 m	z <sub>2</sub> =	0,25 m	
z <sub>1</sub> = distanza vert. livello idr. rispetto soletta	z <sub>1</sub> = q <sub>s</sub> - h <sub>1</sub> =	7,97-7,18 = 0,79 m	z <sub>1</sub> =	7,97-7,13 = 0,84 m	
v <sup>2</sup> /2g = carico cinetico		4,28 <sup>2</sup> /(2*9,81) = 0,93 m	v <sup>2</sup> /2g =	2,99 <sup>2</sup> /(2*9,81) = 0,46 m	
H = prevalenza manometrica		3,97 m	H =	4,05 m	
P <sub>g</sub> = potenza geodetica	$P_{geod} = \frac{Q_{mis} H_{geod}}{102} = \frac{6930 \text{ l/s} * 3,09 \text{ m}}{102} =$	210 kW	$P_{geod} = \frac{Q_{mis} H_{geod}}{102} = \frac{6810 \text{ l/s} * 3,14 \text{ m}}{102} =$	210 kW	
P <sub>ass</sub> = potenza assorbita (misurazione Vip System)		352 kW	P <sub>ass</sub> =	362 kW	
η <sub>geod</sub> = rendimento geodetico	$\eta_{geod} = \frac{P_{geod}}{P_{ass}} = \frac{210 \text{ kW}}{352 \text{ kW}} =$	0,60	$\eta_{geod} = \frac{P_{geod}}{P_{ass}} = \frac{210 \text{ kW}}{362 \text{ kW}} =$	0,58	
P <sub>u</sub> = potenza utile fornita dalla pompa (potenza manometrica)	$P_u = \frac{Q_{mis} H}{102} = \frac{6930 \text{ l/s} * 3,97 \text{ m}}{102} =$	270 kW	$P_u = \frac{Q_{mis} H}{102} = \frac{6810 \text{ l/s} * 4,05 \text{ m}}{102} =$	270 kW	
η = rendimento totale del gruppo	$\eta = \frac{P_u}{P_{ass}} = \frac{270 \text{ kW}}{352 \text{ kW}} =$	0,77	$\eta = \frac{P_u}{P_{ass}} = \frac{270 \text{ kW}}{362 \text{ kW}} =$	0,75	
η <sub>motore</sub> = rendimento motore (convenzionale)		0,96	η <sub>motore</sub> =	0,98	
η <sub>riduttore</sub> = rendimento del riduttore (convenzionale)		0,98	η <sub>riduttore</sub> =		
η <sub>pompa</sub> = rendimento idraulico della pompa		<b>pompa P5</b>		<b>pompa P4</b>	
	$\eta_{pompa} = \frac{\eta}{\eta_{motore} * \eta_{riduttore}} = \frac{0,77}{0,96 * 0,98} =$	0,82	$\eta_{pompa} = \frac{\eta}{\eta_{motore} * \eta_{riduttore}} = \frac{0,75}{0,96 * 0,98} =$	0,80	

Il maggiore assorbimento della pompa P4 rispetto a P5 è dovuto alla curva in partenza invertita rispetto al verso di rotazione orario di entrambe le pompe

PROVE FUNZIONALI ESEGUITE IN DATA 08/06/2018 (14:20 - 15:15)					
d = diametro tubazione mandata	1,60	m	A = sezione tubazione mandata	2,00	m <sup>2</sup>
Presenza di pressione in adiacenza alla flangia finale sul lato destro pompe			(inizio curva orizzontale lato convesso per P5, inizio curva orizzontale lato concavo per P4)		
	ore 15:15		Prova pompa P5	ore 14:20	
Q <sub>mis</sub> = portata misurata	Q <sub>mis</sub> =	6700 l/s		Q <sub>mis</sub> =	6700 l/s
v <sub>media</sub> = velocità media misurata=	v <sub>media</sub> =	6,700 / 2 = 3,35 m/s		v <sub>media</sub> =	6,700 / 2 = 3,35 m/s
H <sub>geod</sub> = prevalenza geodetica =	H <sub>geod</sub> =	10,42-6,77 = 3,65 m		H <sub>geod</sub> =	10,27-6,76 = 3,51 m
Applicando i principi del moto irrotazionale (v <sub>1</sub> R <sub>1</sub> = v <sub>2</sub> R <sub>2</sub> = v <sub>m</sub> R <sub>m</sub> ) per curve con R <sub>m</sub> = 2,50 m si ha, a metà della curva:					
	(R <sub>int,curva</sub> = 2,50 - $\frac{1,6}{2}$ = 1,70 m ;			(R <sub>est,curva</sub> = 2,50 + $\frac{1,6}{2}$ = 3,30 m)	
	$v_{int,curva} = \frac{v_m R_m}{R_{int,curva}} = \frac{3,35 \text{ m/s} * 2,50 \text{ m}}{1,70 \text{ m}} =$	4,93 m/s		$v_{est,curva} = \frac{v_m R_m}{R_{est,curva}} = \frac{3,35 \text{ m/s} * 2,50 \text{ m}}{3,30 \text{ m}} =$	2,54 m/s
poiché la presa di pressione è all'origine della curva e per congruità con la differenza di pressione si applicano coefficienti connettivi pari a 0,75 e 1,25 e così corretta si valuta la velocità pari alla media tra la velocità e la velocità a metà curva.					
	$v_{interna} = \frac{v_{int,curva} * 0,75 + v_m}{2} = \frac{3,70 \text{ m/s} + 3,35 \text{ m/s}}{2} =$	3,53 m/s		$v_{esterna} = \frac{v_{est,curva} * 1,25 + v_m}{2} = \frac{3,18 + 3,35}{2} =$	3,27 m/s
q <sub>s</sub> = quota soletta (piano di riferimento)		7,97 m			
h <sub>1</sub> = livello idrico vasca di aspirazione		6,69 m		h <sub>1</sub> =	6,69 m
p <sub>m</sub> /γ = misura pressione manometrica		2,40 m		p <sub>m</sub> /γ =	2,45 m
z <sub>2</sub> = altezza strumentale rispetto al piano soletta		0,25 m		z <sub>2</sub> =	0,25 m
z <sub>1</sub> = distanza vert. livello idr. rispetto soletta	z <sub>1</sub> = q <sub>s</sub> - h <sub>1</sub> =	7,97-6,69 = 1,28 m		z <sub>1</sub> =	7,97-6,69 = 1,28 m
v <sup>2</sup> /2g = carico cinetico		3,53 <sup>2</sup> /(2*9,81) = 0,63 m		v <sup>2</sup> /2g =	3,27 <sup>2</sup> /(2*9,81) = 0,55 m
H = prevalenza manometrica		4,56 m		H =	4,53 m
P <sub>g</sub> = potenza geodetica	$P_{geod} = \frac{Q_{mis} H_{geod}}{102} = \frac{6700 \text{ l/s} * 3,65 \text{ m}}{102} =$	240 kW		$P_{geod} = \frac{Q_{mis} H_{geod}}{102} = \frac{6700 \text{ l/s} * 3,51 \text{ m}}{102} =$	231 kW
P <sub>ass</sub> = potenza assorbita (misurazione Vip System)		380 kW		P <sub>ass</sub> =	393 kW
η <sub>geod</sub> = rendimento geodetico	$\eta_{geod} = \frac{P_{geod}}{P_{ass}} = \frac{240 \text{ kW}}{380 \text{ kW}} =$	0,63		$\eta_{geod} = \frac{P_{geod}}{P_{ass}} = \frac{231 \text{ kW}}{393 \text{ kW}} =$	0,59
P <sub>u</sub> = potenza utile fornita dalla pompa (potenza manometrica)	$P_u = \frac{Q_{mis} H}{102} = \frac{6700 \text{ l/s} * 4,56 \text{ m}}{102} =$	300 kW		$P_u = \frac{Q_{mis} H}{102} = \frac{6700 \text{ l/s} * 4,53 \text{ m}}{102} =$	298 kW
η = rendimento totale del gruppo	$\eta = \frac{P_u}{P_{ass}} = \frac{300 \text{ kW}}{380 \text{ kW}} =$	0,79		$\eta = \frac{P_u}{P_{ass}} = \frac{298 \text{ kW}}{393 \text{ kW}} =$	0,76
η <sub>motore</sub> = rendimento motore (convenzionale)		0,96			
η <sub>riduttore</sub> = rendimento del riduttore (convenzionale)		0,98			
η <sub>pompa</sub> = rendimento idraulico della pompa			<b>pompa P5</b>		<b>pompa P4</b>
	$\eta_{pompa} = \frac{\eta}{\eta_{motore} * \eta_{riduttore}} = \frac{0,79}{0,96 * 0,98} =$	0,84		$\eta_{pompa} = \frac{\eta}{\eta_{motore} * \eta_{riduttore}} = \frac{0,76}{0,96 * 0,98} =$	0,81

**PROVE FUNZIONALI ESEGUITE IN DATA 08/06/2018 (18:00 - 18:15) - IN MOTO ANCHE LA P2**

d = diametro tubazione mandata		1,60 m	A = sezione tubazione mandata		2,00 m <sup>2</sup>
Presenza di pressione in adiacenza alla flangia finale sul lato destro pompe			(inizio curva orizzontale lato convesso per P5, inizio curva orizzontale lato concavo per P4)		
			Prova pompa P5	Prova pompa P4	
			ore 18:00	ore 18:15	
Q <sub>mis</sub> = portata misurata	Q <sub>mis</sub> =	6600 l/s	Q <sub>mis</sub> =	6500 l/s	
v <sub>media</sub> = velocità media misurata=	v <sub>media</sub> = 6,600 / 2 =	3,30 m/s	v <sub>media</sub> = 6,500 / 2 =	3,25 m/s	
H <sub>geod</sub> = prevalenza geodetica =	H <sub>geod</sub> = 10,73-6,60 =	4,13 m	H <sub>geod</sub> = 10,70-6,62 =	4,08 m	
Applicando i principi del moto irrotazionale (v <sub>1</sub> R <sub>1</sub> = v <sub>2</sub> R <sub>2</sub> = v <sub>m</sub> R <sub>m</sub> ) per curve con R <sub>m</sub> = 2,50 m si ha, a metà della curva:					
			(R <sub>int,curva</sub> = 2,50 - $\frac{1,6}{2}$ = 1,70 m ; R <sub>est,curva</sub> = 2,50 + $\frac{1,6}{2}$ = 3,30 m)		
$v_{int,curva} = \frac{v_m R_m}{R_{int,curva}} = \frac{3,30 \text{ m/s} * 2,50 \text{ m}}{1,70 \text{ m}} =$			4,85 m/s	$v_{est,curva} = \frac{v_m R_m}{R_{est,curva}} = \frac{3,25 \text{ m/s} * 2,50 \text{ m}}{3,30 \text{ m}} =$	2,46 m/s
poiché la presa di pressione è all'origine della curva e per congruità con la differenza di pressione si applicano coefficienti connettivi pari a 0,80 e 1,20 e così corretta si valuta la velocità pari alla tra la velocità media e la velocità a metà curva.					
$v_{interna} = \frac{v_{int,curva} * 0,80 + v_m}{2} = \frac{3,88 \text{ m/s} + 3,30 \text{ m/s}}{2} =$			3,59 m/s	$v_{esterna} = \frac{v_{est,curva} * 1,20 + v_m}{2} = \frac{2,95 + 3,25}{2} =$	3,10 m/s
q <sub>s</sub> = quota soletta (piano di riferimento)		7,97 m			
h <sub>1</sub> = livello idrico vasca di aspirazione		6,54 m	h <sub>1</sub> =	6,56 m	
p <sub>m</sub> /γ = misura pressione manometrica		2,65 m	p <sub>m</sub> /γ =	2,82 m	
z <sub>2</sub> = altezza strumentale rispetto al piano soletta		0,25 m	z <sub>2</sub> =	0,25 m	
z <sub>1</sub> = distanza vert. livello idr. rispetto soletta	z <sub>1</sub> = q <sub>s</sub> - h <sub>1</sub> =	7,97-6,54 = 1,43 m	z <sub>1</sub> =	7,97-6,56 = 1,41 m	
v <sup>2</sup> /2g = carico cinetico		3,59 <sup>2</sup> /(2*9,81) = 0,66 m	v <sup>2</sup> /2g =	3,10 <sup>2</sup> /(2*9,81) = 0,49 m	
H = prevalenza manometrica		4,99 m	H =	4,97 m	
P <sub>g</sub> = potenza geodetica	$P_{geod} = \frac{Q_{mis} H_{geod}}{102} = \frac{6600 \text{ l/s} * 3,65 \text{ m}}{102} =$	267 kW	$P_{geod} = \frac{Q_{mis} H_{geod}}{102} = \frac{6500 \text{ l/s} * 4,08 \text{ m}}{102} =$	260 kW	
P <sub>ass</sub> = potenza assorbita (misurazione Vip System)		411 kW	P <sub>ass</sub> =	422 kW	
η <sub>geod</sub> = rendimento geodetico	$\eta_{geod} = \frac{P_{geod}}{P_{ass}} = \frac{267 \text{ kW}}{416 \text{ kW}} =$	0,65	$\eta_{geod} = \frac{P_{geod}}{P_{ass}} = \frac{260 \text{ kW}}{422 \text{ kW}} =$	0,62	
P <sub>u</sub> = potenza utile fornita dalla pompa (potenza manometrica)					
	$P_u = \frac{Q_{mis} H}{102} = \frac{6600 \text{ l/s} * 4,99 \text{ m}}{102} =$	322 kW	$P_u = \frac{Q_{mis} H}{102} = \frac{6500 \text{ l/s} * 4,97 \text{ m}}{102} =$	317 kW	
η = rendimento totale del gruppo	$\eta = \frac{P_u}{P_{ass}} = \frac{322 \text{ kW}}{411 \text{ kW}} =$	0,78	$\eta = \frac{P_u}{P_{ass}} = \frac{317 \text{ kW}}{422 \text{ kW}} =$	0,75	
η <sub>motore</sub> = rendimento motore		0,96	η <sub>motore</sub> =	0,98	
η <sub>riduttore</sub> = rendimento del riduttore		0,98	η <sub>riduttore</sub> =	0,98	
η <sub>pompa</sub> = rendimento idraulico della pompa					
	$\eta_{pompa} = \frac{\eta}{\eta_{motore} * \eta_{riduttore}} = \frac{0,78}{0,96 * 0,98} =$	0,83	$\eta_{pompa} = \frac{\eta}{\eta_{motore} * \eta_{riduttore}} = \frac{0,75}{0,96 * 0,98} =$	0,80	

PROVE FUNZIONALI ESEGUITE IN DATA 08/06/2018 (20:00)

d = diametro tubazione mandata		1,60 m	A = sezione tubazione mandata		2,00 m <sup>2</sup>
Presenza di pressione in adiacenza alla flangia finale sul lato destro pompe			(inizio curva orizzontale lato convesso per P5, inizio curva orizzontale lato concavo per P4)		
			Prova pompa P5	Prova pompa P4	
ore			ore 20:00		
Q <sub>mis</sub> = portata misurata	Q <sub>mis</sub> =	l/s	Q <sub>mis</sub> =	6400 l/s	
v <sub>media</sub> = velocità media misurata=	v <sub>media</sub> =	m/s	v <sub>media</sub> =	6,400 / 2 = 3,20 m/s	
H <sub>geod</sub> = prevalenza geodetica =	H <sub>geod</sub> =	m	H <sub>geod</sub> =	10,85-6,55 = 4,3 m	
Applicando i principi del moto irrotazionale			(v <sub>1</sub> R <sub>1</sub> = v <sub>2</sub> R <sub>2</sub> = v <sub>m</sub> R <sub>m</sub> ) per curve con R <sub>m</sub> = 2,50 m si ha, a metà della curva:		
			(R <sub>int,curva</sub> = 2,50 - $\frac{1,6}{2}$ = 1,70 m; R <sub>est,curva</sub> = 2,50 + $\frac{1,6}{2}$ = 3,30 m)		
$v_{int,curva} = \frac{v_m R_m}{R_{int,curva}} =$			$v_{est,curva} = \frac{v_m R_m}{R_{est,curva}} = \frac{3,20 \text{ m/s} * 2,50 \text{ m}}{3,30 \text{ m}} =$		
			2,42 m/s		
poiché la presa di pressione è all'origine della curva e per congruità con la differenza di pressione si applicano coefficienti connettivi pari a 0,90 e 1,10 e così corretta si valuta la velocità pari alla tra la velocità media e la velocità a metà curva.					
$v_{interna} = \frac{v_{int,curva} * 0,90 + v_m}{2} =$			$v_{esterna} = \frac{v_{est,curva} * 1,10 + v_m}{2} = \frac{2,66 + 3,20}{2} =$		
			2,93 m/s		
q <sub>s</sub> = quota soletta (piano di riferimento)		m			
h <sub>1</sub> = livello idrico vasca di aspirazione		m	h <sub>1</sub> =	-1,52 m	
p <sub>m</sub> /γ = misura pressione manometrica		m	p <sub>m</sub> /γ =	2,92 m	
z <sub>2</sub> = altezza strumentale rispetto al piano soletta		m	z <sub>2</sub> =	0,25 m	
z <sub>1</sub> = distanza vert. livello idr. rispetto soletta	z <sub>1</sub> = q <sub>s</sub> - h <sub>1</sub> =	m	z <sub>1</sub> =	7,97-6,45 = 1,52 m	
v <sup>2</sup> /2g = carico cinetico		m	v <sup>2</sup> /2g =	2,93 <sup>2</sup> /(2*9,81) = 0,44 m	
H = prevalenza manometrica		m	H =	5,13 m	
P <sub>g</sub> = potenza geodetica	$P_{geod} = \frac{Q_{mis} H_{geod}}{102} =$	kW	$P_{geod} = \frac{Q_{mis} H_{geod}}{102} = \frac{6400 \text{ l/s} * 4,30 \text{ m}}{102} =$	270 kW	
P <sub>ass</sub> = potenza assorbita (misurazione Vip System)		kW	P <sub>ass</sub> =	431 kW	
η <sub>geod</sub> = rendimento geodetico	$\eta_{geod} = \frac{P_{geod}}{P_{ass}} =$		$\eta_{geod} = \frac{P_{geod}}{P_{ass}} = \frac{270 \text{ kW}}{431 \text{ kW}} =$	0,63	
P <sub>u</sub> = potenza utile fornita dalla pompa (potenza manometrica)	$P_u = \frac{Q_{mis} H}{102} =$	kW	$P_u = \frac{Q_{mis} H}{102} = \frac{6400 \text{ l/s} * 5,13 \text{ m}}{102} =$	322 kW	
η = rendimento totale del gruppo	$\eta = \frac{P_u}{P_{ass}} =$		$\eta = \frac{P_u}{P_{ass}} = \frac{322 \text{ kW}}{431 \text{ kW}} =$	0,75	
η <sub>motore</sub> = rendimento motore (convenzionale)			η <sub>motore</sub> =		
η <sub>riduttore</sub> = rendimento del riduttore (convenzionale)			η <sub>riduttore</sub> =		
η <sub>pompa</sub> = rendimento idraulico della pompa	$\eta_{pompa} = \frac{\eta}{\eta_{motore} * \eta_{riduttore}} =$		$\eta_{pompa} = \frac{\eta}{\eta_{motore} * \eta_{riduttore}} = \frac{0,75}{0,96 * 0,98} =$	0,80	

**TABELLA RIASSUNTIVA E DI RAFFRONTO**

	P5	P4	Offerta	P5	P4	Offerta	P5	P4	Offerta (interpolata)	P5	P4	Offerta
Giorno	11.05	11.05		08.06	08.06		08.06	08.06		-	08.06	
Ore	15:30	17:00		15:15	14:20		18:00	18:15		-	20:00	
Livello aspirazione	7,15	7,15	7,20	6,75	6,75	7,20	6,60	6,60	7,20	-	6,55	7,20
Portata l/s	6.930	6.810	6.762	6.700	6.700	6.532	6.600	6.500	6.266	-	6.400	6.000
Dislivello geodetico m	3,09	3,14	3,00	3,65	3,51	3,50	4,13	4,08	4,00	-	4,30	4,50
Prevalenza manometrica	3,97	4,05	3,91	4,56	4,53	4,35	4,99	4,97	4,75	-	5,13	5,22
Diff. man. - geod.	0,88	0,91	0,91	0,91	1,02	0,85	0,86	0,89	0,75	-	0,83	0,72
Potenza geodetica kW	210	210	199	240	231	224	267	260	246	-	270	265
Potenza manometrica	270	270	259	300	298	279	322	317	292	-	322	307
Potenza assorbita	352	362	333	380	393	349	411	422	365	-	431	383
$\eta$ geodetico	0,60	0,58	0,60	0,63	0,59	0,64	0,65	0,62	0,67	-	0,63	0,67
$\eta$ manometrico gruppo	0,77	0,75	0,77	0,79	0,76	0,80	0,78	0,75	0,80	-	0,75	0,80
$\eta$ manometrico pompa	0,82	0,80	0,82	0,84	0,81	0,85	0,83	0,80	0,85	-	0,80	0,85

**CONSUMI RILEVATI DA STRUMENTI DI QUADRO (AMPEROMETRO DIGITALE, VOLTMETRO A LANCETTA)**

 CON  $\text{Cos}\phi=0,88$  per  $P \geq 400$  kW e  $\text{Cos}\phi=0,87$  per  $P < 100$  kW (COME DA COLLAUDO MOTORE IN SALA PROVE)

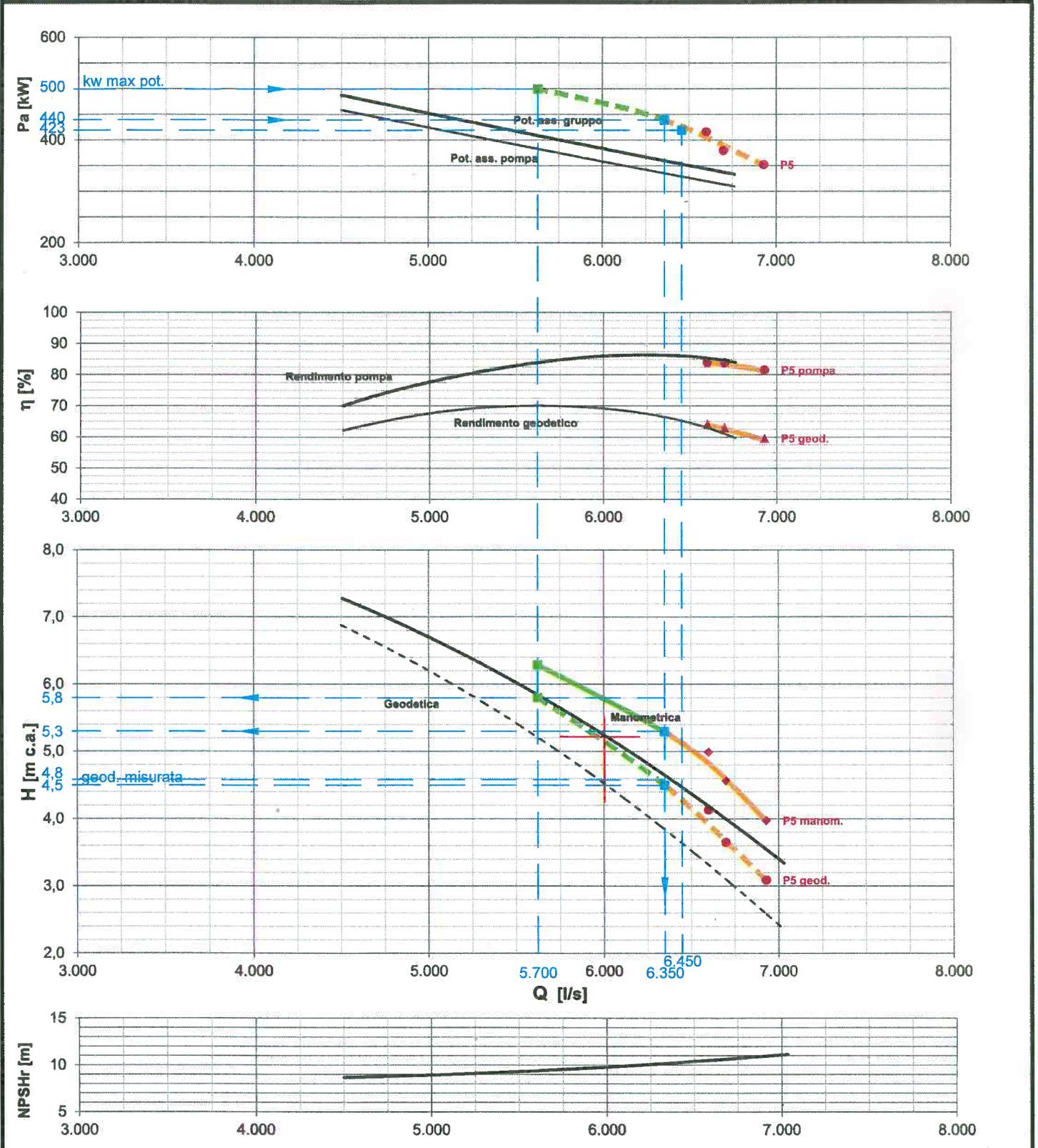
$$V \times A \times 1,73 \times \text{Cos}\phi = W$$

Pompa	Giorni	Ore	Hv	Hm	Hg	V	A	Cosφ	Ptot kW	P4 (kW) 1,03xPtot	P5 (kW) 0,97xPtot
4	5,3	17:00	10,48	6,73	3,75	425	615	0,87	393		
4 e 5	6,3	17:00	10,68	6,35	4,33	425	1.335	0,88	864	441	423
4	9,3	11:30	10,39	6,22	4,17	425	670	0,88	434		
4 e 5	12,3	12:00	10,54	6,49	4,05	430	1.295	0,88	848	432	416
4	12,3	18:00	11,02	6,49	4,53	430	696	0,88	456		
4	14,3	16:00	10,24	6,29	3,95	430	640	0,88	419		
4 e 5	16,3	08:30	11,18	6,81	4,37	430	1.327	0,88	869	443	426
4 e 5	16,3	09:00	11,21	6,66	4,55	(+P1+P3) 420	1.394	0,88	891	454	437
4 e 5	16,3	09:15	11,18	6,60	4,58	(+P1+P3) 420	1.412	0,88	903	461	442
4	16,3	09:30	11,19	6,69	4,50	(+P2+P3) 425	694	0,88	449		
4 e 5	16,3	09:45	11,21	6,67	4,54	(+P1+P3) 420	1.385	0,88	886	452	434
4 e 5	17,3	10:35	10,94	6,48	4,46	430	1.373	0,88	899	458	441
4 e 5	18,3	11:30	10,84	6,42	4,42	430	1.370	0,88	897	457	440
4 e 5	21,3	08:15	10,43	6,48	3,95	430	1.277	0,88	836	426	410
4 e 5	21,3	18:00	10,28	6,28	4,00	425	1.295	0,88	838	427	411
4	7,4	17:20	10,33	6,48	3,85	430	635	0,88	416		

ESTRAPOLAZIONE CURVE DA PROVE IN OPERA P5 RAFFRONTATE CON CURVE DI OFFERTA  
ELABORAZIONE CONSORZIO DI BONIFICA VENETO ORIENTALE



<b>IMPIANTI E POMPE</b> ARZIGNANO	<b>Curve caratteristiche pompa E3P 286 FB</b>		n°dis. 115280006A
	Cliente: C.B. Veneto Orientale		Data: 24-mar-16
	Impianto: Valle Tagli		



NORME UNI EN ISO 9906 Gr. 1B	Eseguito da:
------------------------------	--------------

- Prove dell'11.05.2018 e del 08.06.2018 con misura di portata
- Punti registrati con misura di assorbimenti e prevalenza geodetica
- Punto geodetico estrapolato per massima potenza motore